



Universidade Federal de São Paulo
Campus Diadema



MARIANA SILVA FERNANDES

NO CAMINHO DOS MURIQUIS-DO-SUL (*Brachyteles arachnoides* É.
Geoffroy 1806, ATELIDAE - PRIMATES): RELAÇÃO ENTRE ROTAS
PREFERENCIAIS DE DESLOCAMENTO E A TOPOGRAFIA

DIADEMA
2019

MARIANA SILVA FERNANDES

NO CAMINHO DOS MURIQUIS-DO-SUL (*Brachyteles arachnoides*, É. Geoffroy 1806
ATELIDAE - PRIMATES): RELAÇÃO ENTRE ROTAS PREFERENCIAIS DE
DESLOCAMENTO E A TOPOGRAFIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do grau
de **Bacharel em Ciências Biológicas**, ao
Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e
Farmacêuticas da Universidade Federal de
São Paulo – Campus Diadema.

Orientador: Mauricio Talebi

Diadema

2019

Fernandes, Mariana Silva

**No caminho dos muriquis-do-sul (*Brachyteles arachnoides*, É Geoffroy 1806
ATELIDAE - PRIMATES): relação entre rotas preferenciais de deslocamento e a
topografia**

/ Mariana Silva Fernandes - -

Diadema, 2019.

33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2019.

Orientador: Maurício Talebi

1. Ecologia do Movimento 2. Primatologia 3. Muriquis-do-sul I. Título.

CDD 599.858

AGRADECIMENTOS

Chegar ao fim da graduação na UNIFESP só foi possível graças à colaboração de mentes generosas que cruzaram meu caminho e a quem dedico este trabalho.

Agradeço ao meu orientador, Maurício Talebi, e ao Instituto Pró-Muriqui por me apresentarem primatas tão fascinantes. Sem os esforços de campo dos mateiros Pedro, Zaqueu e Mikael, a colaboração do Alexandre com o material georreferenciado e o apoio dos outros estudantes do Instituto, este trabalho não sairia do plano das ideias.

Agradeço também ao corpo de docentes do Curso de Ciências Biológicas da UNIFESP Diadema, cuja doação e comprometimento fazem a excelência do curso, apesar de tantas questões estruturais de uma universidade pública de (e para a) periferia.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, agradeço ao grupo que um dia foi “Clado”. Por três anos integrais, vocês foram a família que escolhi para compartilhar conteúdos, discussões, risos e distrações. Em especial, agradeço à Giovanna, Gustavo e Kauê, pela doação incondicional de amizade nos últimos anos (na alegria ou na tristeza).

A Mateus Romanholi, amigo de longa data, agradeço a ajuda na elaboração de material cartográfico.

A minha mãe, Vera, agradeço por todo incentivo, apoio e exemplo. Não teria nem começado de novo se não fosse por você.

Por fim, agradeço ao meu melhor amigo, namorado e companheiro Miguel por ser o maior entusiasta da minha segunda formação. Obrigada por dividir essa loucura de vida comigo.

RESUMO

A habilidade de viajar objetivamente pelo território reduz o tempo de deslocamento e é um dos componentes que contribuem para o balanço energético animal. Primatas têm a habilidade de locomover-se de maneira não-randômica dentro de sua área de vida e conseguem retornar A pontos específicos através de rotas rápidas. O presente trabalho mapeou as rotas de deslocamento dos muriquis-do-sul (*Brachyteles arachnoides*), ao longo do ano de 2018 e procurou identificar vias preferenciais que pudessem estar associadas com o relevo. Para tanto, utilizamos o *software* livre QuantumGis para mapear os dados coletados pela equipe de campo do Instituto Pró-Muriqui, identificar as rotas recorrentes e analisar a preferência de relevo através do Índice de Posição Topográfica. Os resultados encontrados mostraram que os muriquis se deslocam por vias preferenciais e que há predominância de deslocamento pelo plano. Esses achados demonstram que os muriquis apresentam um sistema mental de armazenamento espacial semelhante ao dos outros primatas da família Atelidae. Esse sistema é efetivo para não sobrecarregar a cognição animal, permite que os primatas monitorem o estado fenológico das árvores de alimentação, reduz a competição por recursos, contribui para a memorização de pontos de referência na paisagem, e auxilia no reencontro de indivíduos do mesmo grupo, por aumentar o campo de visão dos macacos nessas regiões.

Palavras chave: Ecologia do movimento. Índice de Posicionamento Topográfico. Primatologia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Árvore filogenética da família Atelidae	11
Figura 2. Muriquis-do-sul	12
Figura 3. Diferenças entre as espécies de muriqui	13
Figura 4. Área de estudo.....	15
Figura 5. Sistema de trilhas terrestres no Parque Estadual Carlos Botelho.....	16
Figura 6. Mapeamento de rotas preferenciais	18
Figura 7. Índice de Posição Topográfica	19
Figura 8. Comparação entre rotas preferenciais e topografia	21
Figura 9. Rotas de deslocamento de um grupo de muriquis-do-sul no Parque Estadual Carlos Botelho.....	23
Figura 10. Mapa de Rotas preferenciais de deslocamento	24
Figura 11. Buffer de 25 metros nas rotas preferenciais.....	25
Figura 12. Exemplos de Árvores-nós.	26
Figura 13. Comparação das Rotas de deslocamento com o Modelo Digital do Terreno (MDT).....	27
Figura 14. Esquema Geral da análise pelo Índice de Posição Topográfica (IPT)	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classes utilizadas na comparação entre IPT e Rotas	20
Tabela 2. Tempo de observação por estação.	22
Tabela 3. Distância percorrida por estação.	22
Tabela 4. Classificação do Relevo segundo o Índice de Posição Topográfica (IPT) ..	27

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 - Sujeito de estudo	13
2.2 - Área de estudo.....	14
2.3 - Coleta de dados.....	15
2.4 - Mapeamento das Rotas preferenciais	17
2.5 - Comparação com a Topografia.....	18
3. RESULTADOS	22
3.1 - Rotas preferenciais	23
3.2 - Comparação com a Topografia.....	26
4. DISCUSSÃO	29
4.1 - Rotas preferenciais	29
4.2 - Preferência pelo deslocamento seguindo feições topográficas	31
5. CONCLUSÃO.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de movimentação em animais está relacionada com os processos ecológicos e evolutivos da maioria das formas de vida (NATHAN, 2008; FULLMAN; JOLY; ACKERMAN, 2017; REYNA-HURTADO; CHAPMAN, 2019). O estudo do movimento gera um escopo conceitual que contribui para áreas diversas, como a conservação (DAVIES et al., 2013), a dinâmica de comunidades (MORALES et al., 2010) a ciclagem de nutrientes e a escolha de habitats (REYNA-HURTADO; CHAPMAN, 2019). Compreender a movimentação dos seres é uma das muitas ferramentas úteis para embasar os estudos que mostram nossa necessidade crescente e alarmante de conservação dos ambientes naturais e de seus respectivos moradores (BUDERMAN et al., 2018).

A habilidade de movimentar-se eficientemente dentro de sua área de vida e conseguir relembrar as localizações importantes otimiza o balanço energético pois reduz o tempo e energia gastos com o deslocamento (MILTON, 2000). Até hoje, pouco se sabe sobre como os animais desenvolveram a noção de posicionamento geográfico para se localizar no ambiente (MILTON, 2000; CHRIST; HOEF; ZIMMERMAN, 2008), mas algumas hipóteses já foram sugeridas.

A primeira delas surgiu no final da década de 1940, desenvolvida pelo psicólogo Edward Tolman e previa que os animais no geral não baseavam sua locomoção apenas nos estímulos ambientais, mas reorganizavam mentalmente esses estímulos para formar novas representações cognitivas do ambiente (*apud* POUCKET, 1993). Essa abordagem, chamada de Euclidiana ou vetorial, demanda que os animais armazenem informações sobre a localização de pontos importantes, bem como seus respectivos entornos, distâncias e ângulos relativos entre cada uma das feições (GALLISTEL; CRAMER, 1996; DI FIORE; SUAREZ, 2007). No entanto, essa hipótese não é facilmente testável, já que o observador não consegue prever se o animal de fato escolheu a rota mais eficiente. Além disso, a demanda de armazenamento para todas essas informações poderia sobrecarregar o sistema nervoso de alguns animais (POUCET, 1993; DI FIORE; SUAREZ, 2007).

Outra maneira de representar mentalmente o espaço é a proposta por Gallistel e Cramer (1996), através da “integração de rotas” associada aos pontos de referência. Esse modelo defende que os animais vão atualizando continuamente suas

representações mentais sobre o ambiente enquanto se movem, utilizando informações dos vetores egocêntricos (referentes ao indivíduo e aos pontos de referência por onde ele passa) e dos vetores geocêntricos (referentes ao posicionamento do animal em um sistema de coordenadas global). Essa hipótese, bem como a anterior, possibilita que os animais criem rotas de deslocamento desde que pontos de referência conhecidos estejam sempre à vista. Assim como a hipótese anterior também, esse modelo dificilmente pode ser testado já que demonstrar que os animais utilizam uma visão geocêntrica passaria por uma análise subjetiva (DI FIORE; SUAREZ, 2007).

Uma terceira hipótese é apresentada por Poucet (1993), embora já tenha sido demonstrada anteriormente (MACKINNON, 1974). Conhecida como mapa baseado em rotas ou mapa topológico, essa abordagem indica que a representação mental das localizações e características do ambiente se dá por aprender a seguir rotas que interconectam os pontos de interesse dos animais. Dessa forma cria-se um complexo sistema de rotas que se intersectam em regiões conhecidas como “nós”, onde os animais decidem por qual caminho seguir (POUCET, 1993). O mapa mental baseado em rotas permite que os animais sigam de um ponto de interesse a outro sem levar em consideração a posição global do animal e sem precisar necessariamente atualizar seu mapa mental, como as outras abordagens previam (DI FIORE; SUAREZ, 2007). Essa hipótese já foi testada por alguns autores (MACKINNON, 1974; MILTON, 2000; DI FIORE; SUAREZ, 2007; PRESOTTO, 2009) e de acordo com Milton (2000), o uso dos mapas mentais baseado em rotas aparenta ser uma característica de todas as espécies de primatas.

Di Fiore e Suarez (2007) observaram macacos aranha (*Ateles belzebuth*) e barrigudos (*Lagothrix poeppigii*) no Parque Nacional de Yasuní, na Amazônia Equatoriana e seus estudos demonstram que estes macacos locomovem-se através de rotas preferenciais, que são revisitadas repetidamente e parecem estar associadas com características topográficas. De acordo com os autores, ao invés de memorizar a localização de centenas de árvores de alimentação e seus respectivos estados fenológicos, os primatas memorizam uma série de rotas que, ao serem seguidas, levam os animais a potenciais fontes alimentares. Seguindo essas rotas, além da alimentação, a passagem recorrente pelas mesmas vias permite que o primata monitore o estado fenológico das árvores, retornando a elas no momento mais

oportuno e facilita o reencontro de grupos que forrageiam separadamente ao longo do dia.

Os macacos aranha e barrigudo são membros da família *Atelidae* (figura 1), composta por 4 gêneros: *Alouatta*, cujos representantes são os bugios; *Ateles*, grupo dos macacos aranhas; *Lagothrix*, grupo dos macacos barrigudos; e por fim *Brachyteles*, com duas espécies de miquis (DI FIORE et al., 2015).

Figura 1: Árvore filogenética da família Atelidae

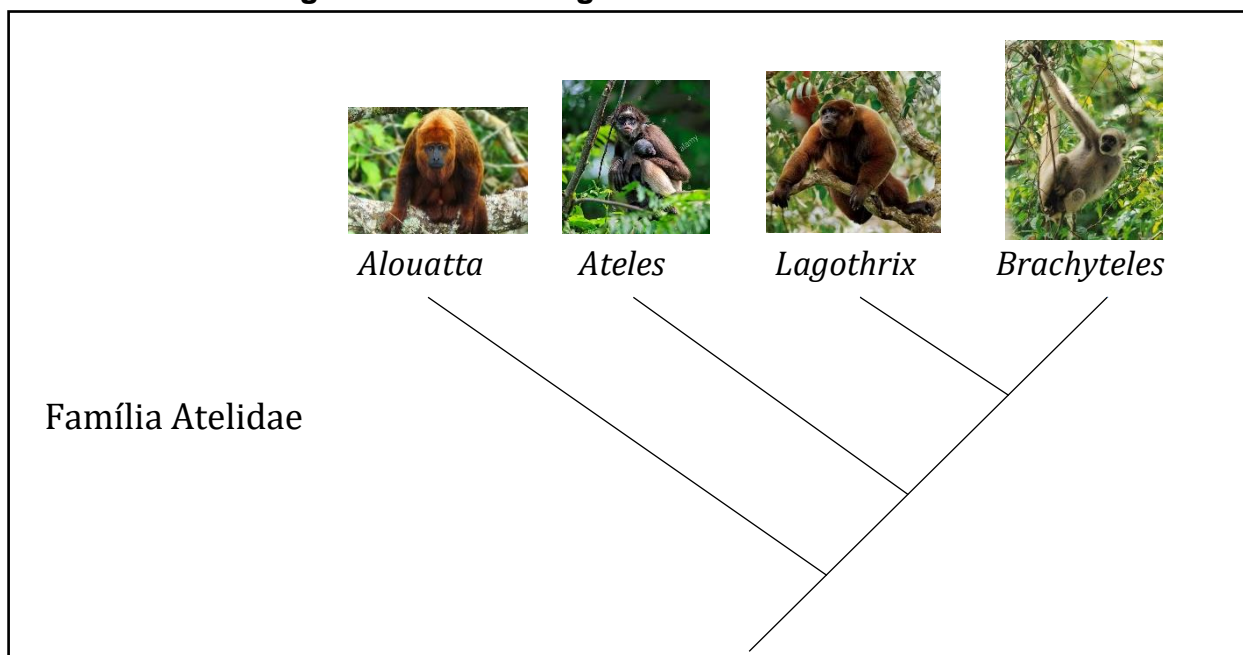


Figura 1. Relações filogenéticas entre a família Atelidae. (DI FIORE et al., 2015, adaptado)

Os miquis são endêmicos da Mata Atlântica, *hotspot* de biodiversidade, e estão criticamente em perigo de extinção (TALEBI et al., 2019). Estudos sobre a espécie são escassos e até hoje, nenhuma análise sobre a ecologia do movimento da espécie foi realizada.

Partindo disto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar: (1) se os miquis-do-sul (*Brachyteles arachnoides*) (Figura 2) locomovem-se por rotas preferenciais e, (2) se há correlação entre essas rotas e a topografia local

Foram utilizados dados secundários para o ciclo anual completo de 2018. Estes dados foram coletados pelo Instituto Pró-Miqui, sob coordenação técnica-

científica do Prof. Maurício Talebi (Departamento de Ciências Ambientais, UNIFESP DIADEMA desde 1994). Estas informações foram plotadas em um Sistema de Informação Geográfica; em seguida sobrepomos as rotas para verificar a existência de rotas repetidas e por fim, comparamos as rotas com o Modelo Digital do Terreno e com o Índice de Posição Topográfica.

A hipótese de trabalho é que há uma preferência nas rotas adotadas pelos miquis do sul para este trabalho, e que há uma relação com a topografia do local.

Figura 2: Muriquis-do-sul

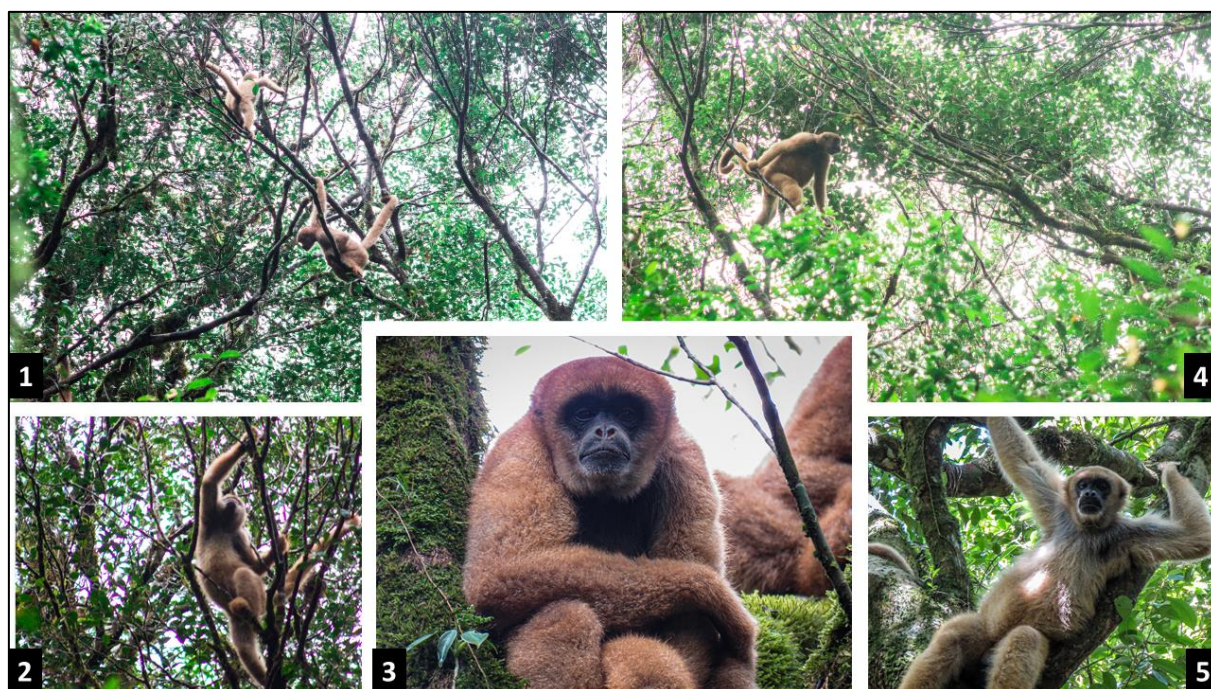


Figura 2. Indivíduos de Muriqui-do-sul no Parque Estadual Carlos Botelho. Fonte: Fotos 3 e 5: Camilla Koch/ Instituto Pró-Muriqui. Fotos 1, 2 e 4: Mariana S. Fernandes/ Instituto Pró-Muriqui.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Sujeito de estudo

Endêmico da Mata Atlântica, o gênero *Brachyteles* abriga os maiores primatas não-humanos neotropicais do planeta (SANTOS, 2011). O muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*) é encontrado nos estados da Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo (FERRAZ et al., 2019). O muriqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*), por sua vez, é encontrado nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (TALEBI et al., 2019). Visualmente, as duas espécies se diferenciam pelo tom da pelagem e pela despigmentação da face (Figura 3).

Figura 3: Diferenças entre as espécies de muriqui



Figura 3. Diferenças visuais entre muriquis do Sul e do Norte. Fonte: G1 (Org.). Saiba como diferenciar os muriquis, macacos exclusivos do Brasil, 2019, adaptado.

Ambas espécies são classificadas como criticamente em perigo de extinção pela Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para Conservação da Natureza (FERRAZ et al., 2019; TALEBI et al., 2019). As principais

ameaças aos muriquis são a perda de habitat pela ocupação humana; a caça esportiva; a mineração em áreas adjacentes às unidades de conservação, que resultam no desmatamento, erosão, assoreamento e poluição de corpos d'água; e por fim, a falta de programas adequados de reprodução em cativeiro (TALEBI; SOARES, 2005). Mais recentemente, acrescenta-se também o potencial do vírus da febre amarela nas populações de muriquis selvagens, cujo efeito ainda não foi estimado.

O grupo de muriquis estudado para este trabalho está habituado à presença humana graças aos esforços de campo realizados pela equipe da Instituto Pró-Muriqui (IPM), organização fundada em 2000 e coordenada desde então pelo Prof. Dr. Maurício Talebi. O IPM tem como especialidade a abordagem científica aplicada ao desenvolvimento e fomento de ferramentas para a conservação dos muriquis e, por consequência, da Mata Atlântica (WWF, 2015).

2.2 - Área de estudo

Com menos de 8% de sua cobertura vegetal original, a Mata Atlântica figura como um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000; PINTO et al., 2016). O bioma altamente degradado é hoje habitado majoritariamente por uma única espécie: o homem. A degradação da Mata Atlântica se deu ao mesmo passo que o avanço da ocupação humana, sobretudo na região costeira do país, que hoje abriga 72% da população brasileira (SOS Mata Atlântica, 2019).

O Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) (24°06'–15'S, 47°46' – 48°08' W), localizado no sudeste paulista entre os municípios de São Miguel Arcanjo, Sete Barras, Capão Bonito e Tapiraí (Figura 4), foi a área de estudo do presente trabalho. O PECB é um dos quatro parques considerados patrimônios da humanidade nas Reservas da Mata Atlântica do Sudeste, juntamente com o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, o Parque Estadual de Intervales e a Estação Ecológica Xituê (UNESCO, 1998) e compõe o maior remanescente contínuo de Mata Atlântica do país.

Localizado no domínio morfoclimático dos Mares de Morros (SÃO PAULO, 2008), a altitude varia entre 30 a 1.003 metros e área total do parque é de 37.793,63 ha (PRESOTTO, 2009). O clima pode ser dividido em dois: Período chuvoso bem

definido nos meses mais quentes (primavera e verão) alternado com período de menor pluviosidade (aqui chamado de seco) nos meses mais frios (outono e inverno) (SÃO PAULO, 2008). A principal formação vegetal encontrada é a Floresta Ombrófila Densa, com cerca de 1.110 espécies (SÃO PAULO, 2008).

Figura 4: Área de estudo

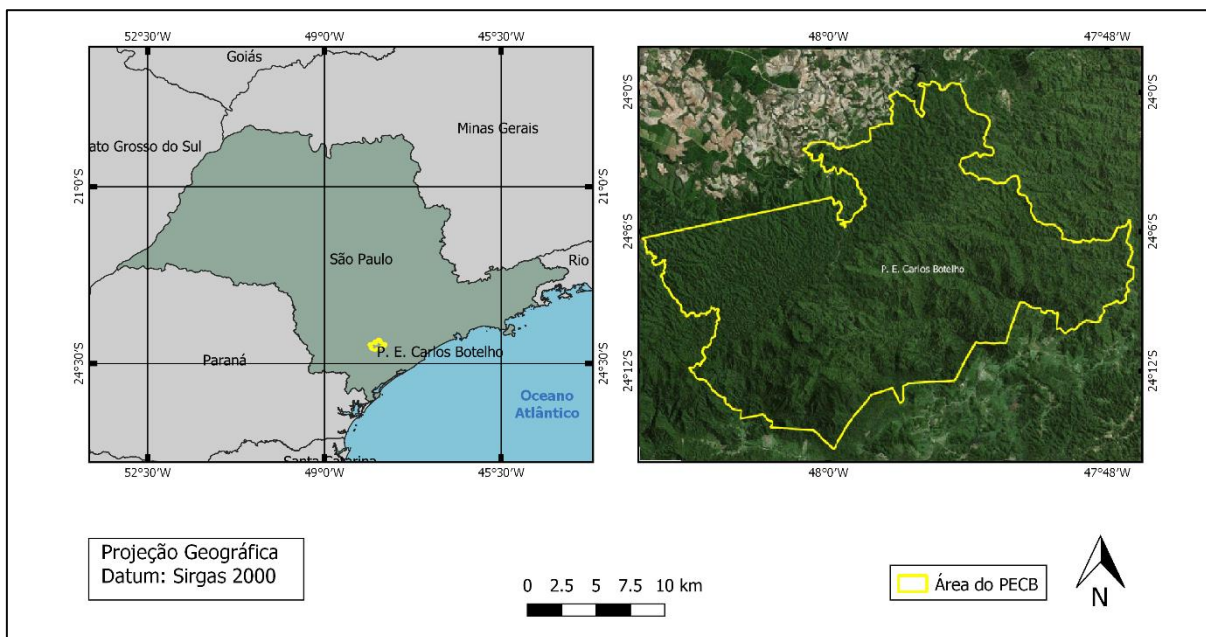


Figura 4. Localização do Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) – SP. Elaboração: Mariana S. Fernandes

2.3 - Coleta de dados

A equipe de campo do IPM utiliza o método de busca ativa a fim de localizar e acompanhar os muriquis-do-sul por cerca de 20 dias ao mês em contato visual direto com o uso de binóculos. Ao longo do tempo de contato, são relatados padrões de comportamento como quantidade de indivíduos observados, espécies vegetais consumidas, pontos de dormida e rotas seguidas ao longo do dia. O conjunto de dados coletados ao longo de um mês geram uma Planilha Geral Mensal (PGM), onde são compiladas todas as informações.

As informações referentes às rotas seguidas pelos muriquis baseiam-se em um conjunto de trilhas terrestres que são marcadas por fitas numeradas, espaçadas à

dos miquis é através das árvores de alimentação. Cerca de 6.000 árvores de alimentação foram numeradas, identificadas e georreferenciadas; e quando o observador vê os miquis em uma dessas árvores, ele toma nota.

2.4 - Mapeamento das Rotas preferenciais

Obtivemos acesso ao material produzido pela IPM, criamos uma nova planilha contendo todas as informações das PGM referentes aos dias de 2018 em que os observadores acompanharam os miquis por um período maior ou igual a cinco horas, semelhante à Presotto (2009) em seu estudo com macacos prego no PECB. Os dados coletados eram de dois observadores distintos e optamos por utilizar os dados de um único observador porque este era mais preciso na descrição do caminho tomado pelos miquis.

Utilizando o *software* livre *QuantumGis* (versão 3.4 Madeira), adicionamos os arquivos vetoriais referentes às trilhas terrestres, suas respectivas fitas e as árvores de alimentação. Em seguida, foram plotadas as rotas diárias selecionadas anteriormente, com base nas informações indicadas na PGM. Ao sobrepor os dias mapeados, obtivemos um mapa geral de rotas.

Seguindo o método proposto por Di Fiore e Suarez (2007), identificamos as rotas preferenciais seguindo três premissas: (1) os segmentos deveriam ser comuns a três ou mais dias de observação; (2) possuem extensão maior do que 100 metros e (3) a distância máxima entre os segmentos é de 25 metros. O esquema geral deste processo pode ser observado na figura 6.

Figura 6: Mapeamento de rotas preferenciais

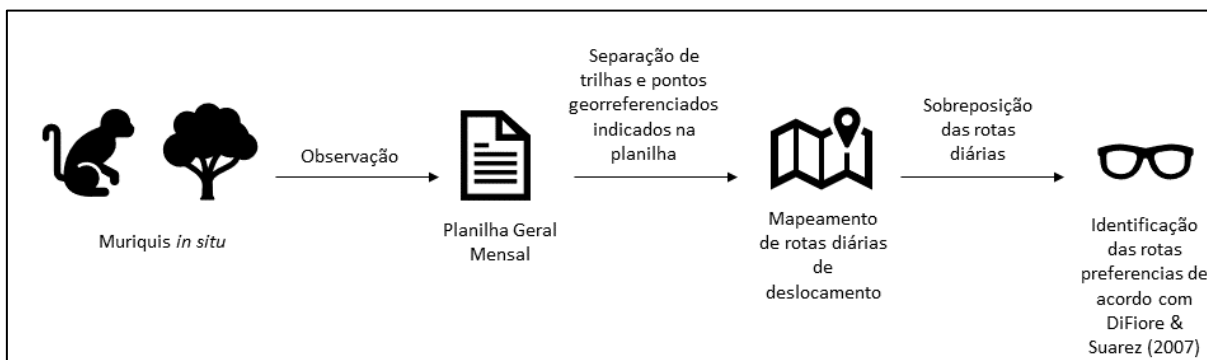


Figura 6. Esquema geral do mapeamento das rotas preferenciais.

Identificamos, através de observação visual, os pontos de intersecção entre rotas, e os trechos que mais se repetiram ao longo do tempo de observação. Calculamos a porcentagem de rotas dentro de um buffer de 25 metros, assim como o realizado por Di Fiore e Suarez (2007).

2.5 - Comparação com a Topografia

O trabalho realizado por Di Fiore e Suarez (2007) comparou a topografia e as rotas preferenciais de forma visual, apenas. No presente trabalho, além de comparar visualmente a relação entre as rotas e o relevo, utilizamos também outro método que possibilita mensurar a correlação entre as duas variáveis, o Índice de Posição Topográfico (IPT).

Desenvolvido por Weiss (2001), o IPT é um atributo que mensura a diferença de elevação de um ponto central e a média da elevação de sua vizinhança (Figura 7). Valores positivos de IPT representam locais mais elevados do que a média do entorno, o que caracteriza formações altas, como cumes e cristas. Valores negativos indicam locais mais baixos do que o entorno, como vales. Regiões de declive constante ou planas apresentam valores próximo de zero (WEISS, 2001). O IPT é uma ferramenta que vem mostrando sua potencialidade para classificação da morfologia do relevo de forma simples e eficiente (TAGIL; JENNESS, 2008; NOWATZKI; OLIVEIRA; SANTOS, 2016). A principal aplicação dessa técnica é na classificação do relevo de

bacias hidrográficas (TAGIL; JENNESS, 2008; LIMA et al., 2014; NOWATZKI; OLIVEIRA; SANTOS, 2016; SILVEIRA; SILVEIRA, 2017)

A análise do Índice de Posição Topográfica se inicia com a criação de um Modelo Digital do Terreno (MDT) baseado nas curvas hipsométricas da região¹, com cotas de 20 em 20 metros. Utilizando o complemento de “*Interpolação*” no QuantumGis, convertemos a camada vetorial (linhas das curvas de nível) em uma imagem *raster* e definimos o tamanho do pixel em 20 metros, mesma medida da distância entre curvas. A primeira avaliação das rotas com o relevo foi feita com a comparação visual do MDT com as rotas.

Figura 7: Índice de Posição Topográfica.

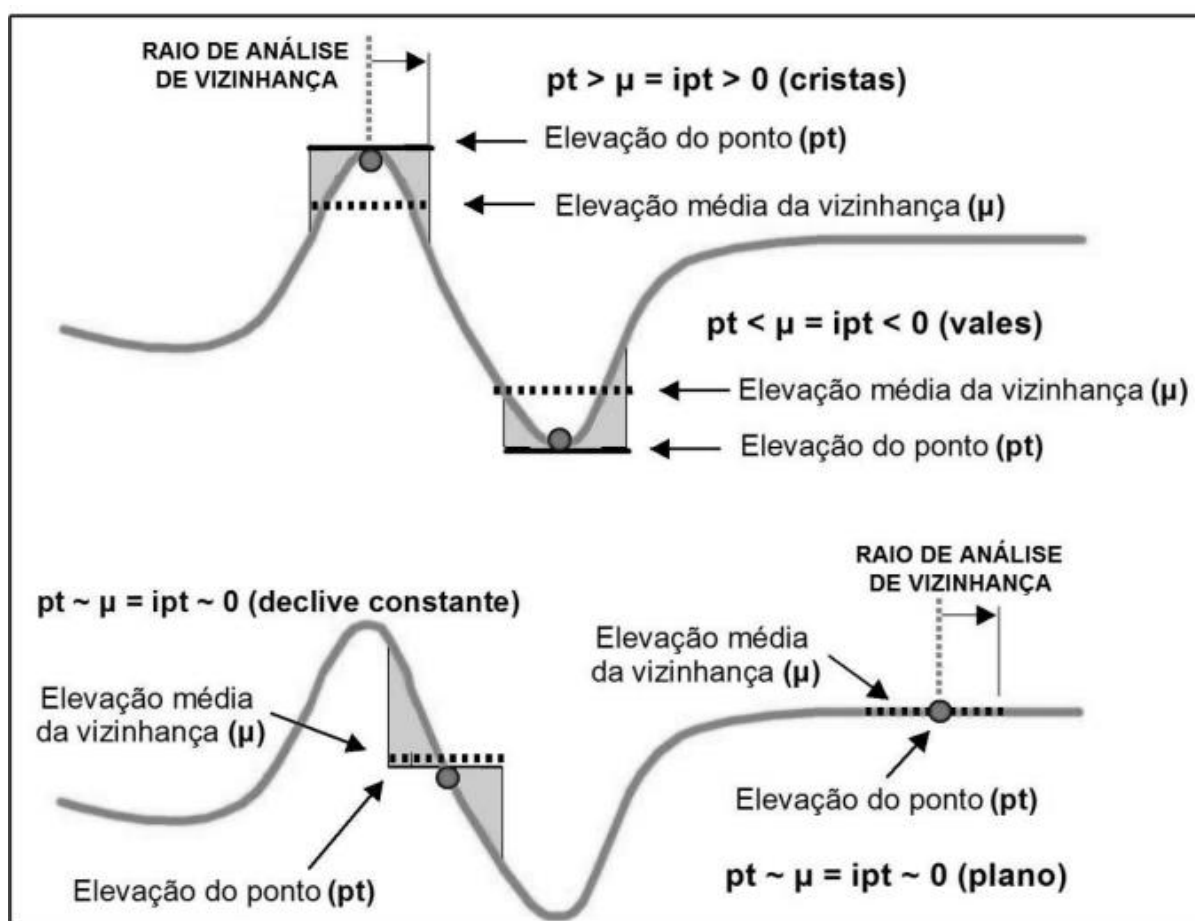


Figura 7. O Índice de Posição Topográfica mensura a diferença de elevação entre um ponto central e a média da elevação de seu entorno. Fonte: (SILVEIRA; SILVEIRA, 2017)

¹ Mapas hipsométricos disponíveis em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/cartas.html>> Acesso em 25/09/2019.

Em seguida, classificamos automaticamente o relevo a partir do Índice de Posição Topográfica (IPT). Utilizamos a ferramenta “Índice de Posição Topográfica” do *QuantumGis*, apresentando como arquivo de entrada o MDT criado previamente e indicamos como raio de análise de vizinhança 20 metros, mesma distância entre as curvas de nível. Após executarmos a ferramenta, um arquivo *raster* foi gerado e cada pixel deste mostrou um valor associado, relativo à análise de vizinhança. Este *raster* foi dividido em 5 classes topográficas (Tabela 1).

Tabela 1. Classes utilizadas na comparação entre IPT e Rotas

Valores de IPT	Formação do Relevo
Maior	Cumes
	Vertentes Altas
	Planos
	Vertentes Baixas
Menor	Vales

A etapa seguinte consistiu em comparar as rotas mapeadas nas etapas anteriores com o IPT. Para tanto, convertemos as linhas das rotas em pontos igualmente espaçados, a cada 20 metros, com a extensão “*QChainage*”. Em seguida, utilizamos outra extensão, a “*Point Sampling Tool*” e adicionamos para cada ponto à medida que o pixel correspondente do IPT possui. Os pontos e os pixels estão espaçados a cada 20 metros, de forma que, na maioria dos casos, um pixel conterà apenas um ponto relativo à rota.

A tabela de atributos desses pontos foi aberta em uma planilha do Excel, na qual calculamos a frequência dos pontos em cada uma das classes e dessa forma obtivemos um panorama geral de como os pontos, e por consequência as rotas, estão distribuídas de acordo com topografia (Figura 8).

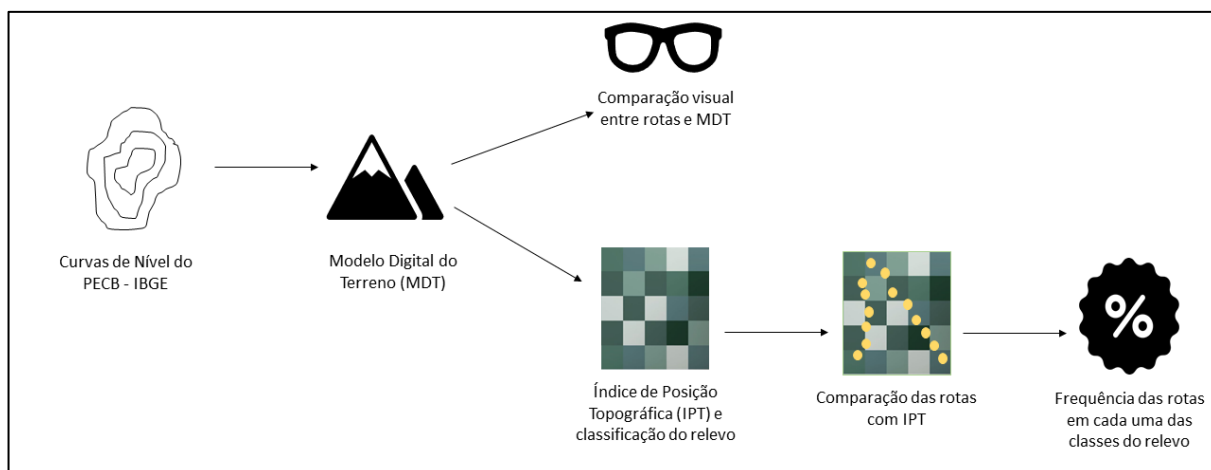


Figura 8: Comparação entre rotas preferenciais e topografia

Figura 8. Esquema geral da comparação entre rotas preferenciais e topografia

3. RESULTADOS

As observações com tempo superior a 5 horas foram selecionadas e obtivemos um total de 40 dias de trabalho, compondo 403 horas e 25 minutos de observação, que foram separadas em “estação seca” e “estação chuvosa” a fim de estabelecer categorias analíticas (Tabela 2).

Tabela 2. Tempo de observação por estação.

Estação Correspondência	Chuvosa		Seca		Total
	Verão	Primavera	Outono	Inverno	
Encontros (Dias)	12	3	18	7	40
Tempo de observação (Horas)	140:20:00	30:40:00	174:45:00	57:40:00	403:25:00

Calculamos a distância viajada de acordo com as estações seca e chuvosa e através das médias por dia observamos que os muriquis percorrem distâncias 49% maiores na estação chuvosa em relação com a estação seca. Com a distância e tempo de locomoção, calculamos a velocidade média aproximada, convertendo as unidades necessárias (Tabela 3).

Tabela 3. Distância percorrida por estação.

Estação Correspondência	Chuvosa		Seca		Total
	Verão	Primavera	Outono	Inverno	
Distância total percorrida (m)	17.529,7	2.703,7	22.048,1	6.126,4	48.407,9
Média (m/dia)	1.752,97	901,23	1.160,426	765,80	1.145,10
Velocidade Média (km/h)	0,125	0,088	0,126	0,106	0,120

3.1 - Rotas preferenciais

As rotas observadas ao longo desses 40 dias foram mapeadas e sobrepostas, gerando um mapa geral de deslocamento (Figura 9).

Figura 9: Rotas de deslocamento de um grupo de muriquis-do-sul no Parque Estadual Carlos Botelho

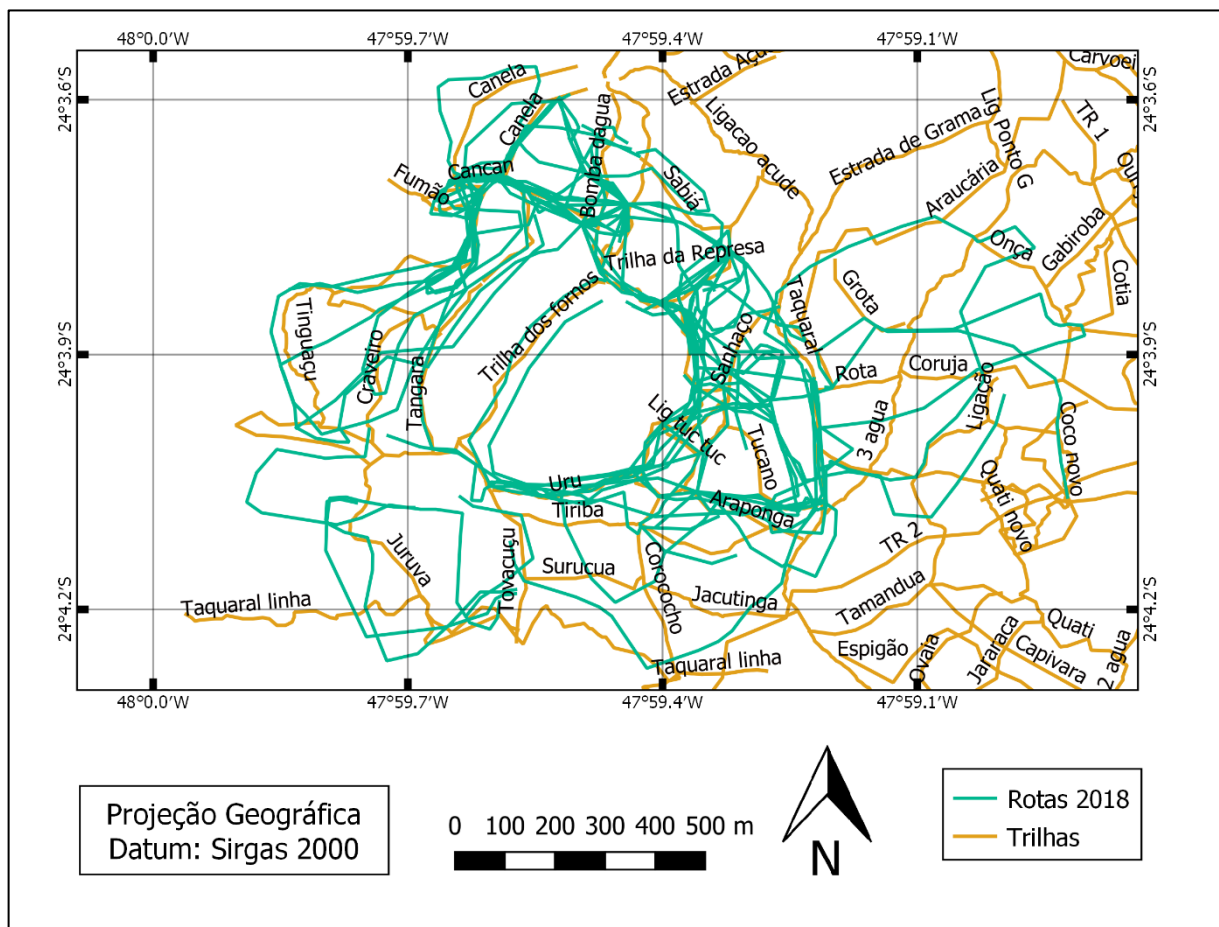


Figura 9. Mapa geral de rotas de deslocamento. Elaboração: Mariana S. Fernandes

O mapa demonstrou que existem rotas recorrentes bem como espaços que não são utilizados ao longo da área de vida dos muriquis, o que demonstra preferência quanto ao espaço utilizado para a locomoção. O grupo, apesar de possuir acesso a toda a área do parque, se restringiu a uma certa região e nela fez o mesmo caminho por vezes seguidas.

Figura 11: Buffer de 25 metros nas rotas preferenciais

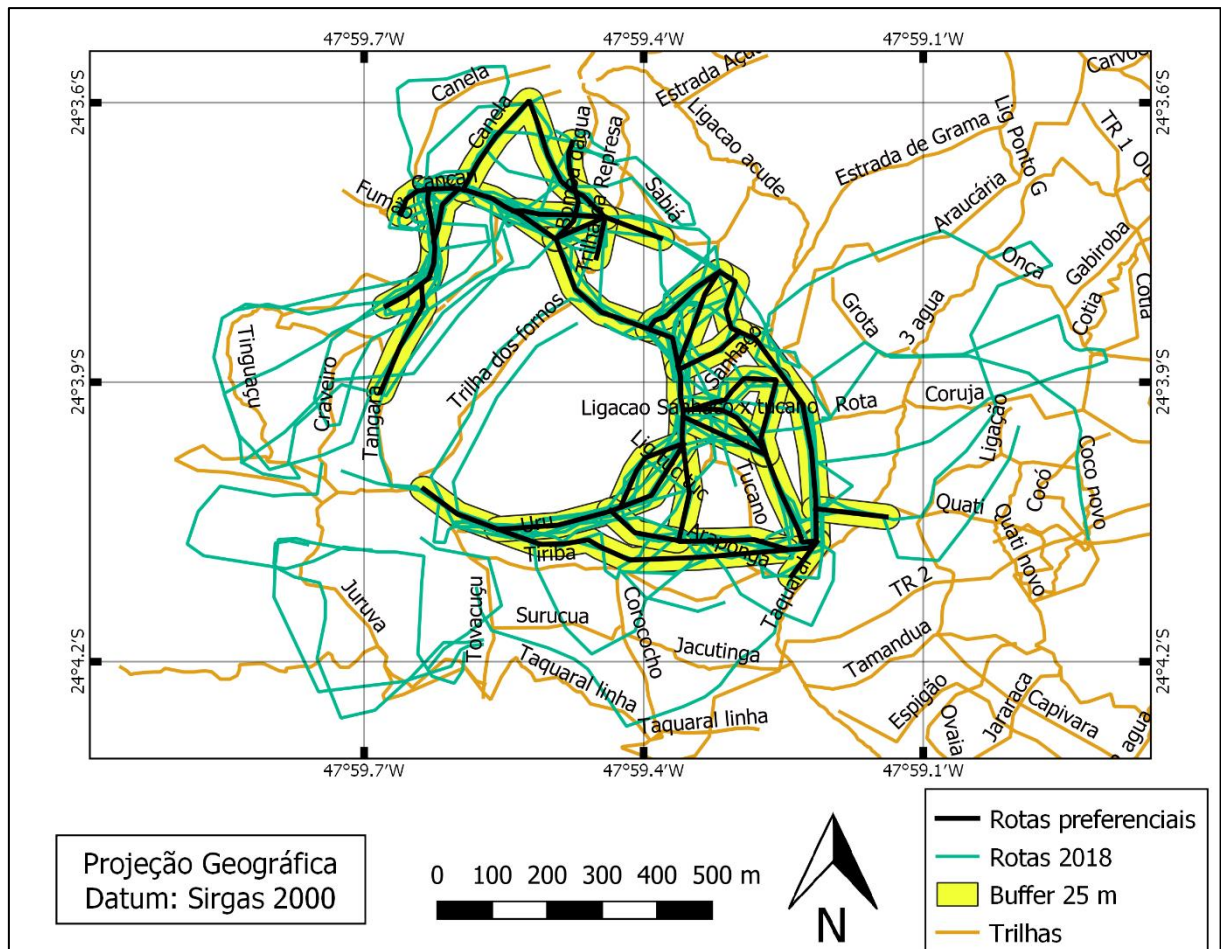


Figura 11. Buffer das rotas preferenciais indicou que mais de 60% das rotas gerais estão à uma proximidade de até 25 metros com as rotas preferenciais. Elaboração: Mariana S. Fernandes

Di Fiore e Suarez (2007) indicaram em seu trabalho que ao longo das rotas existem pontos de intersecção que aparentam ser pontos de tomada de decisão, o que é condizente com a hipótese dos mapas topológicos de Poucet (1993) (Figura 12). Neste estudo, consideramos apenas como pontos de intersecção aqueles que já estavam georreferenciados, como as árvores de alimentação, porque outros possíveis locais de intersecção podem ter surgido da imprecisão do mapeamento. Deste ponto em diante, chamaremos esses pontos de intersecção de árvores-nós.

Figura 12: Exemplos de Árvores-nós

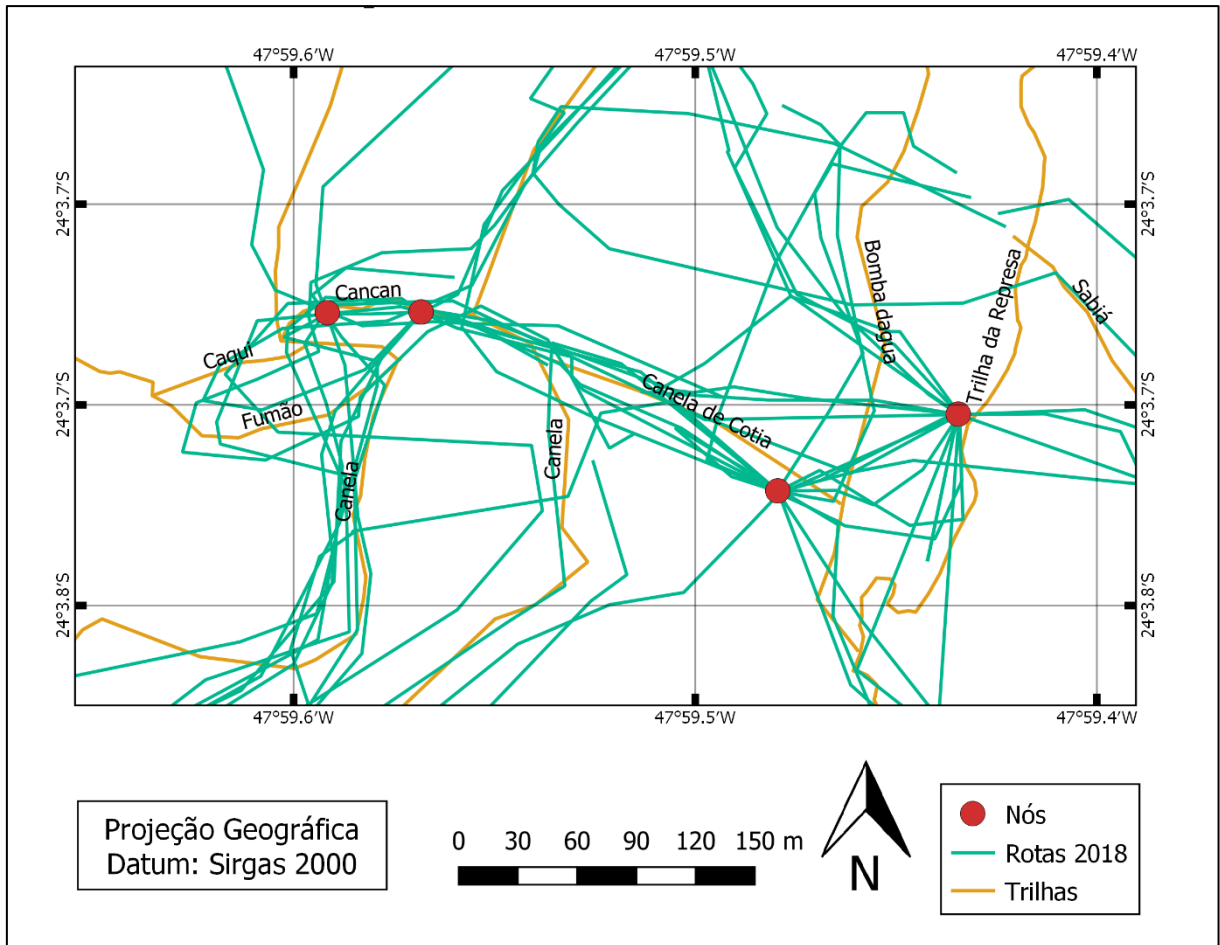


Figura 12. As Árvores-nós representam os pontos de intersecção de rotas que foram georreferenciados como árvores de alimentação. Esses locais são considerados como pontos de tomadas de decisão, onde os primatas possivelmente escolhem qual rota seguir. Elaboração: Mariana S. Fernandes

3.2 - Comparação com a Topografia

A primeira etapa da análise da comparação com a topografia, consistiu em uma análise visual da sobreposição entre rotas e MDT (Figura 12). O mapa gerado mostra que os muriquis se locomoveram pelas encostas, cumes e vales, o que não indicou preferência clara por nenhuma morfologia específica do terreno.

Figura 13: Comparação das Rotas de deslocamento com o Modelo Digital do Terreno (MDT)

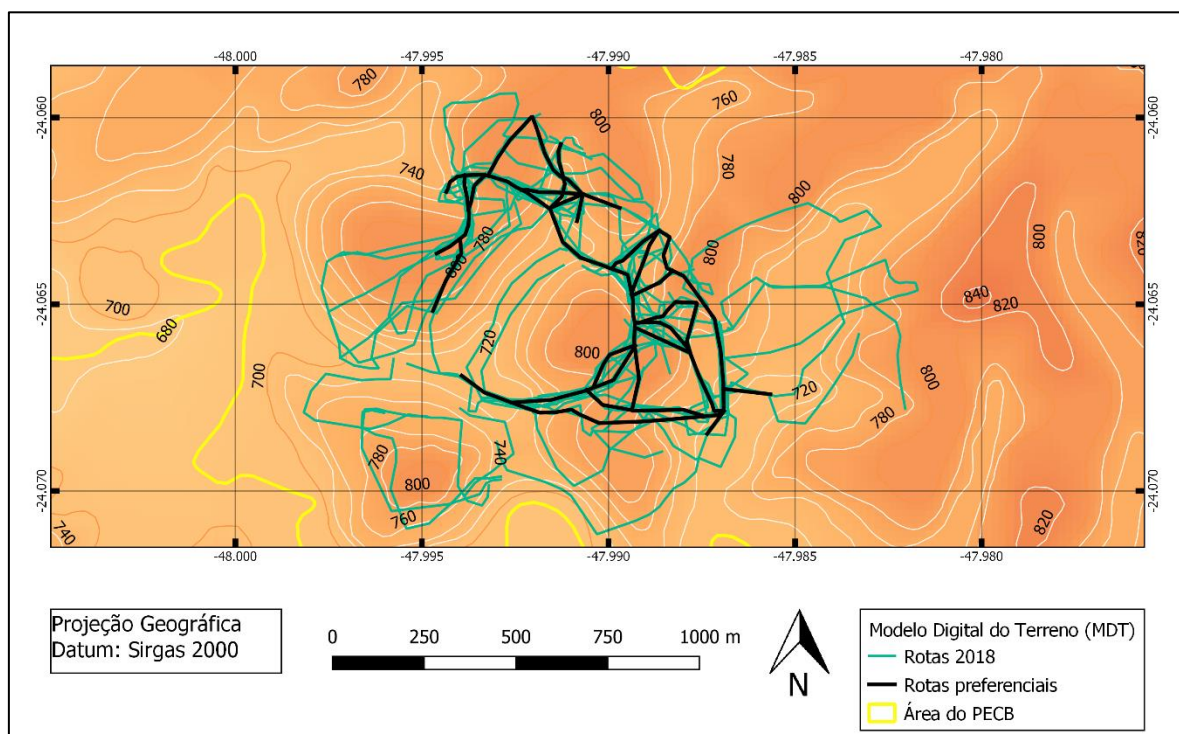


Figura 13. Comparação entre MDT e rotas de deslocamento de Muriquis. Elaboração: Mariana S. Fernandes

A análise adicional (Figura 14), realizada com a comparação entre o IPT e o MDT mostrou que, diferente do que a análise inicial pressupunha, há uma maior frequência de deslocamento pelo plano (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação do Relevo segundo o Índice de Posição Topográfica (IPT)

	Classes do IPT					Total
	Vertentes			Vertentes		
	Vales	baixas	Planos	altas	Cumes	
Frequência (Pontos X Classe)	109	425	1693	308	31	2566
% relativa	4.25	16.56	65.98	12	1.21	100

Figura 14: Esquema Geral da análise pelo Índice de Posição Topográfica (IPT)

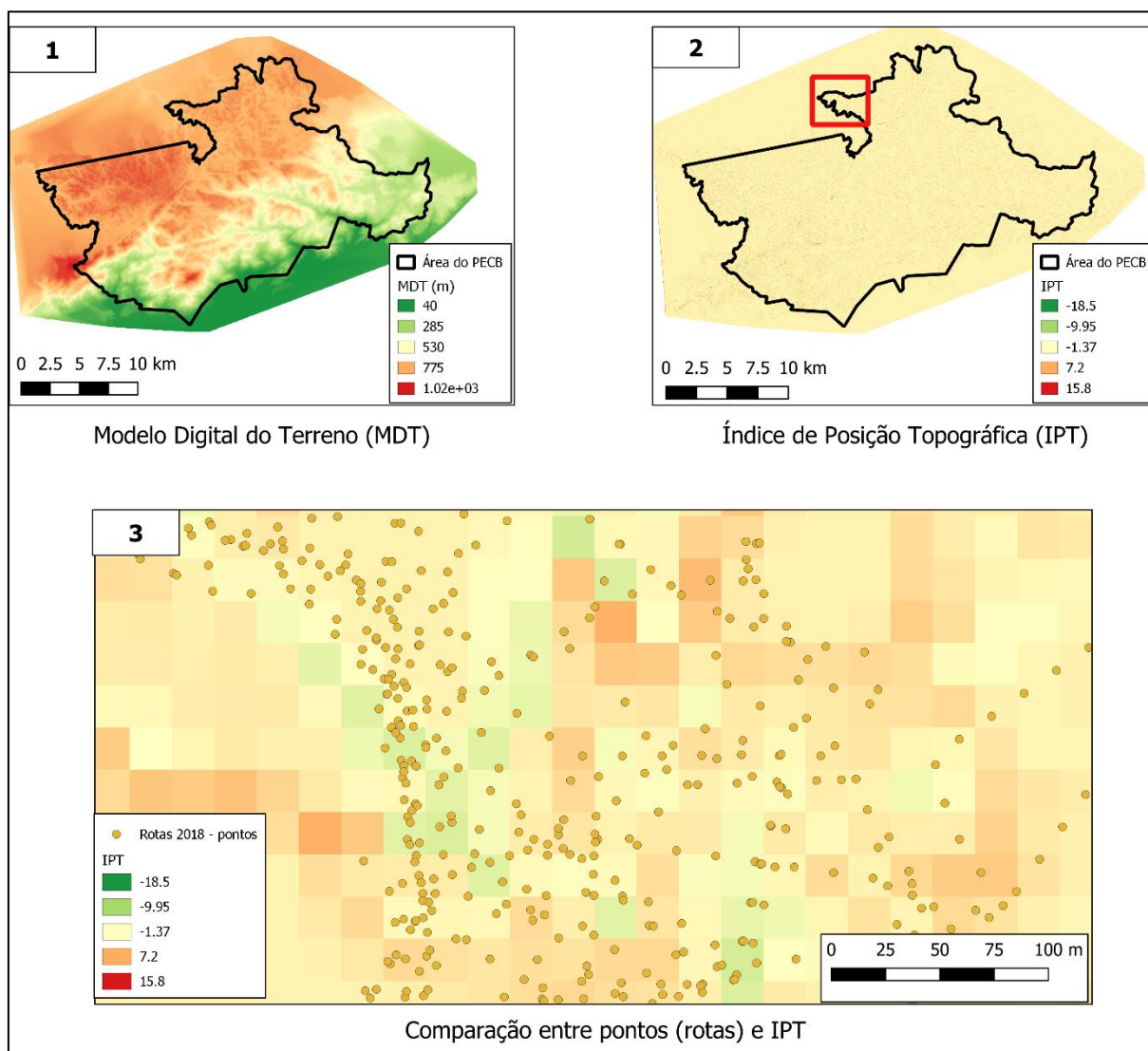


Figura 14. Etapas da elaboração da análise através do IPT: **1.** Utiliza-se o Modelo Digital do Terreno para a criação do IPT. **2.** Com o IPT criado, classificamos o mesmo em 5 categorias: As categorias mais negativas representam os vales e as mais positivas os cumes. **3.** Convertemos as linhas das rotas em pontos para compararmos a feição com o respectivo IPT. Dessa maneira conseguimos contabilizar quantos pontos estão em cada uma das categorias do relevo (vale, vertentes baixas, plano, vertentes altas, cumes). Elaboração: Mariana S. Fernandes

4. DISCUSSÃO

4.1 - Rotas preferenciais

Nossos resultados indicam que os muriquis-do-sul apresentam um padrão de deslocamento preferencial, corroborando nossa hipótese inicial de que estes primatas utilizam uma estratégia de locomoção semelhante à do restante da Família Atelidae. Aproximadamente 63% da extensão total das rotas sobrepõe a área do buffer de rotas preferenciais e alguns segmentos de rota são repetidos sistematicamente, ao longo do ano e futuros trabalhos com GPS podem aumentar a acurácia dessa porcentagem. O estudo de Di Fiore e Suarez (2007) encontrou uma sobreposição semelhante com macacos barrigudos (69%) e macacos aranha (68%) no buffer de mesma distância.

Os resultados aqui demonstrados sugerem que os primatas habitualmente não utilizam caminhos novos, mas seguem persistentemente por rotas específicas, embora através de árvores diferentes. Muriquis seguem os mesmos caminhos (direção e sentido) para chegar a pontos de interesse específicos, como sítios de alimentação ou de dormida, ainda que não andem exatamente pelas mesmas árvores. Encontramos também a presença de árvores-nós, que indicam os pontos de tomada de decisão e que provavelmente levam a rotas diferentes.

Podemos observar nos resultados obtidos uma similaridade com o sistema mental de armazenamento espacial por mapas topológicos (POUCET, 1993), no qual a representação mental das rotas conectadas às árvores-nós demanda o conhecimento das distâncias e alguns pontos de referência ao longo do caminho para que o animal consiga reconhecer a rota durante o percurso. Os resultados sugerem, portanto que, além de reduzir a necessidade de processamento cognitivo (MILTON, 2000), a repetição das rotas também possibilita o monitoramento do estado fenológico das árvores de alimentação, o que permite aos primatas retornar a essas, no momento mais oportuno (DI FIORE; SUAREZ, 2007).

A utilização de rotas preferenciais reduz a competição por recursos entre os indivíduos do grupo, já que se os animais se dividirem para forragear em pequenos grupos, a fonte alimentar pode ser menor do que se todo o grupo forragear ao mesmo tempo. Forragear em pequenos grupos maximiza o retorno energético individual ao

minimizar o tempo gasto procurando fontes alimentares para todos os indivíduos (MILTON, 1984).

Milton (2000), com macacos bugios no Panamá, e Di Fiore e Suarez (2007) com macacos aranha e barrigudos na Amazônia equatoriana, encontraram o uso de rotas preferenciais de deslocamento, assim como nos trabalhos de Mackinnon (1974) com orangotangos de Bornéu. Estes trabalhos mostraram também que algumas regiões dentro da área de vida dos primatas estudados são utilizadas com baixa frequência ou mesmo frequência nula, seja como fonte alimentar, como sítio de descanso ou mesmo apenas como local de passagem, o que é consistente com nossos achados com os muriquis. Sugere-se que os animais se desloquem através das rotas conhecidas e como seu campo de visão nas florestas é limitado (de acordo com Janson e Di Bitetti (1997), nas florestas tropicais a distância visual é de aproximadamente 50 m), certas regiões acabam por ser subutilizadas. Para se ter um melhor panorama a respeito do tema, uma possível análise a ser feita seria observamos a permanência das rotas ao longo dos vários anos de coleta de dados.

Estudos com macacos prego do Parque Estadual Carlos Botelho (PRESOTTO, 2009) mostraram que estes não apresentaram rotas de locomoção preferencial e utilizaram praticamente toda sua área de vida para se locomover. A autora considerou como preferencial apenas rotas que foram revisitadas por pelo menos 4 vezes em meses diferentes, para tentar identificar se os primatas visitam um recurso alimentar porque se lembram da localização do recurso, ou se chegam ao recurso porque se lembram do caminho. Se a mesma metodologia for aplicada aos muriquis, é possível que ainda assim encontremos a presença de rotas preferenciais, já que observamos alguns segmentos de rotas que são tomados igualmente nas estações seca e chuvosa.

Uma possível justificativa para o uso preferencial de algumas regiões dentro da área de vida dos primatas é exposto por Milton (1981, 2000). Em seu trabalho com macacos bugios, a autora afirma que o uso de rotas preferenciais ao longo do tempo pode levar à uma maior incidência de árvores frutíferas ao longo das rotas, já que esses animais são dispersores de sementes. Com isso, seria viável se manter sempre nas rotas, já que a concentração de árvores alimentícias tenderá a ser elevada.

Para futuros trabalhos, algumas considerações podem ser levadas em conta. Primeiramente, o uso de GPS para coletar os dados de deslocamento aumentará muito a acurácia do trabalho, facilitará a criação dos mapas e permitirá análise mais precisa da velocidade média. Outro ponto a ser considerado é a distinção de rotas preferenciais entre os sexos e entre as diferentes faixas etárias. Estudos com aves demonstraram que indivíduos jovens e adultos utilizaram rotas de migração distintas de acordo com a idade (CRYSLER; RONCONI; TAYLOR, 2015) e algo semelhante pode ocorrer com os muriquis. Por fim, seria interessante comparar dados de um intervalo maior de tempo, a fim de observar a permanência ou inconstância das rotas preferenciais.

4.2 - Preferência pelo deslocamento seguindo feições topográficas

A comparação visual inicial entre o Modelo Digital do Terreno e as rotas seguidas ao longo do ano de 2018 não mostraram preferência clara relativa ao relevo, pois vimos a presença de rotas tanto nas encostas como nos cumes e nos vales. Em linhas gerais é correto afirmar que os muriquis se deslocaram mais pelas encostas pois a área total dessas é maior do que a área dos cumes ou dos vales e para conseguirmos uma estimativa deste dado, realizamos a análise através do Índice de Posição Topográfica.

Os dados obtidos com o IPT mostraram que aproximadamente 66% das rotas percorridas se encontram no que classificamos como plano, isto é, regiões onde o declive é constante, o que corresponde às regiões realmente planas, pouco presentes na paisagem do PECB, e ao deslocamento pelas encostas em paralelo com os cumes. Este achado corrobora a hipótese de trabalho deste estudo, de que há uma preferência de deslocamento relativa à topografia.

O deslocamento pelo plano tem algumas implicações. A primeira delas é que seguir através de feições topográficas, como as encostas, favorece a memorização de pontos de referência, já que o campo de visão nas encostas tende a ser maior e os pontos de referência são mais facilmente identificáveis (DI FIORE; SUAREZ, 2007). Grupos animais diversos como moluscos (MATHER, 1991), peixes (PAPASTAMATIOU et al., 2018), aves (BINGMAN; ABLE; KERLINGER, 1982), e

mamíferos (VLASAK, 2006) utilizam pontos de referência para se orientar. Nos primatas, foram encontrados resultados semelhantes ao deste trabalho em todos os gêneros da Família Atelidae (MILTON, 2000; DI FIORE; SUAREZ, 2007), e o presente trabalho é o primeiro na área de ecologia do movimento do gênero *Brachyteles*.

O uso das encostas e o consequente aumento no campo de visão auxilia os indivíduos a reencontrarem os demais componentes do grupo. Essa característica pode ser útil para sociedades primatas do tipo fissão-fusão, como é o caso dos chimpanzés e macacos aranha (SYMINGTON, 1990). Esse modelo de sociedade é caracterizado pela fluidez do grupo, que se divide e se reúne constantemente ao longo do tempo (NAKAI, 2007). Milton (1984) aponta que os muriquis-do-sul possuem uma sociedade na qual os machos são viajantes itinerantes enquanto as fêmeas tendem a se organizar em pequenos grupos. Uma possível análise a ser feita posteriormente nesse sentido é avaliar se os grupos de machos e fêmeas tendem a seguir pelas mesmas rotas ou por rotas diferentes.

5. CONCLUSÃO

Os muriqui-do-sul demonstraram possuir um sistema mental de armazenamento espacial semelhante ao do restante da família Atelidae ao se locomoverem por rotas preferenciais. Este sistema pode possuir algumas consequências: eficiência para não sobrecarregar a cognição animal; permite que os primatas monitorem o estado fenológico das árvores de alimentação e a redução da competição por recursos.

A predominância de deslocamento pelo plano e principalmente pelas encostas vai ao encontro com os achados de Di Fiore e Suarez (2007) com os macacos aranha e barrigudo. Essa característica pode favorecer a memorização de pontos de referência na paisagem e ajuda no reencontro de indivíduos do mesmo grupo, graças ao aumento do campo de visão nessas regiões.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINGMAN, V. P.; ABLE, K. P.; KERLINGER, P. Wind drift, compensation, and the use of landmarks by nocturnal bird migrants. **Animal Behaviour**, v. 30, n. 1, p. 49–53, 1982.

CRYSLER, Z. J.; RONCONI, R. A.; TAYLOR, P. D. Differential fall migratory routes of adult and juvenile Ipswich Sparrows (*Passerculus sandwichensis princeps*).

Movement Ecology, v. 4, n. 1, p. 1–8, 2015. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1186/s40462-016-0067-8>>.

DAVIES, N. et al. Movement patterns of an arboreal marsupial at the edge of its range: A case study of the koala. **Movement Ecology**, v. 1, n. 1, p. 1–15, 2013.

DI FIORE, A. et al. The rise and fall of a genus: Complete mtDNA genomes shed light on the phylogenetic position of yellow-tailed woolly monkeys, *Lagothrix flavicauda*, and on the evolutionary history of the family Atelidae (Primates: Platyrrhini). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 82, n. PB, p. 495–510, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2014.03.028>>.

DI FIORE, A.; SUAREZ, S. A. Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: Cognitive and evolutionary implications. **Animal Cognition**, v. 10, n. 3, p. 317–329, 2007.

FERRAZ, D. da S. et al. **Northern Muriqui**. Disponível em:

<<https://www.iucnredlist.org/species/2994/17927482>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

FULLMAN, T. J.; JOLY, K.; ACKERMAN, A. Effects of environmental features and sport hunting on caribou migration in northwestern Alaska. **Movement Ecology**, v. 5, n. 1, p. 1–11, 2017.

JANSON, C. H.; DI BITETTI, M. S. Experimental analysis of food detection in capuchin monkeys: Effects of distance, travel speed, and resource size. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 41, n. 1, p. 17–24, 1997.

LIMA, P. H. M. et al. Parâmetros Morfométricos Relacionados Às Bacias De 1º Ordem E a Ocorrência De Deslizamentos Rasos Na Bacia Do Córrego Dantas: Nova Friburgo -Rj. **REVISTA GEONORTE**, v. 4, n. 101, p. 218–223, 2014.

MACKINNON, J. The behaviour and ecology of wild orang-utans (*Pongo pygmaeus*).

Animal Behaviour, v. 22, n. 1, p. 3–74, 1974.

MATHER, J. A. Navigation by spatial memory and use of visual landmarks in octopuses. **Journal of Comparative Physiology A**, v. 168, n. 4, p. 491–497, 1991.

MILTON, K. Distribution patterns of tropical Plant Foods as an Evolutionary Stimulus to Primate Mental Development. **American Anthropological Association**, p. 8, 1981. Disponível em:
<<https://nature.berkeley.edu/miltonlab/pdfs/primatementaldevelopment.pdf>>.

MILTON, K. Habitat, diet, and activity patterns of free-ranging woolly spider monkeys (*Brachyteles arachnoides* E. Geoffroy 1806). **International Journal of Primatology**, v. 5, n. 5, p. 491–514, 1984.

MILTON, K. On the move. In: BOINSKI, S.; GARBER, P. A. (Ed.). **On the move**. 1^a ed. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2000.

MORALES, J. M. et al. Building the bridge between animal movement and population dynamics. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1550, p. 2289–2301, 2010.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

NAKAI, É. S. Fissão-fusão em *Cebus nigratus*: flexibilidade social como estratégia de ocupação de ambientes limitantes. p. 97, 2007.

NATHAN, R. An emerging movement ecology paradigm. v. 105, n. 49, p. 19050–19051, 2008. Disponível em:
<<https://www.pnas.org/content/pnas/105/49/19050.full.pdf>>.

NOWATZKI, A.; OLIVEIRA, J. G.; SANTOS, L. J. C. APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA NA PREDIÇÃO DOS SOLOS DA SUB-BACIA DO RIO CAPRICÓRNIO (NOROESTE DO PARANÁ). In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, **Anais...**2016. Disponível em:
<<http://sinageo.org.br/2016/trabalhos/2/2-189-589.html>>.

PAPASTAMATIOU, Y. P. et al. Activity seascapes highlight central place foraging strategies in marine predators that never stop swimming. **Movement Ecology**, v. 6, n. 1, p. 1–15, 2018.

PINTO, L. P. et al. Mata Atlântica brasileira : Os desafios para a conservação da biodiversidade de um hotspot. **Essencias em Biologia da Conservação**, n. July 2014, p. 27, 2016.

POUCET, B. Spatial Cognitive Maps in Animals: New Hypotheses on Their Structure and Neural Mechanisms. **Psychological Review**, v. 100, n. 2, p. 163–182, 1993.

PRESOTTO, A. **MAPAS COGNITIVOS DE PRIMATAS : ANÁLISE DE MOVIMENTOS E ROTAS DE Cebus apella nigritus APOIADA POR SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**. 2009. Universidade de São Paulo, 2009.

REYNA-HURTADO, R.; CHAPMAN, C. **Movement Ecology of Neotropical Forest Mammals**. [s.l.: s.n.]

SANTOS, S. V. **Pathology compared to Brachyteles arachnoides and Brachyteles hypoxantus (E. Geoffroy, 1806, Atelidae - Primates)**. 2011. 2011.

SÃO PAULO. **Plano de Manejo: Parque Estadual Carlos Botelho Plano de Manejo: Parque Estadual Carlos Botelho**, 2008. .

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA (IPT) PARA CLASSIFICAÇÃO GEOMORFOMÉTRICA DAS FORMAS DE RELEVO NO ESTADO DO PARANÁ - BRASIL. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 41, p. 98, 28 ago. 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/51674>>.

SOS-MATA-ATLÂNTICA. **MATA ATLÂNTICA: A casa da maioria dos brasileiros**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossas-causas/mata-atlantica/>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

SYMINGTON, M. M. Fission-fusion social organization in Ateles and Pan. **International Journal of Primatology**, v. 11, n. 1, p. 47–61, 1990. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02193695>><<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF02193695.pdf>>.

TAGIL, S.; JENNESS, J. GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey. **Journal of Applied Sciences**, v. 8, n. 6, p. 910–921, 1 jun. 2008. Disponível em: <<https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2008.910.921>>.

TALEBI, M. G. et al. **Southern Muriqui**. Disponível em:

<<https://www.iucnredlist.org/species/2993/17927228>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

TALEBI, M. G.; SOARES, P. CONSERVATION RESEARCH ON THE SOUTHERN MURIQUI -BRACHYTELES ARACHNOIDES IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL.

Neotropical Primates, v. 13, n. 1, p. 8, 2005.

UNESCO. “Paranapiacaba”-Upper Ribeira Group of Protected Natural Areas and Notable Landscapes Nomination of Properties for Inclusion on the World Heritage List as a Natural Heritage. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, p. 257, 1998. Disponível em:

<<http://whc.unesco.org/uploads/nominations/893rev.pdf>>.

VLASAK, A. N. Global and local spatial landmarks: Their role during foraging by Columbian ground squirrels (*Spermophilus columbianus*). **Animal Cognition**, v. 9, n. 1, p. 71–80, 2006.

WEISS, A. D. Topographic Position and Landforms Analysis, The Nature Conservancy. **Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA**, v. 64, p. 227–245, 2001.

WWF. **Associação Pró Muriqui**. Disponível em:

<https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/mata_atlantica/parceiros/pro_muriqui_/>.